

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 869 649 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

07.10.1998 Patentblatt 1998/41

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H04L 27/34

(21) Anmeldenummer: 98103876.3

(22) Anmeldetag: 05.03.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 02.04.1997 DE 19713631

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH  
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

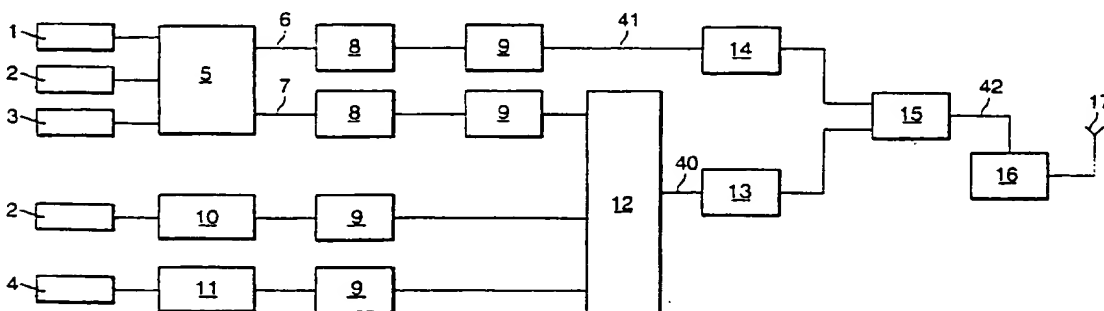
- Lauterbach, Thomas  
90475 Nürnberg (DE)
- Amor, Hamed  
31139 Hildesheim (DE)
- Ruf, Michael  
31141 Hildesheim (DE)

## (54) Modulation mit mehrfacher Auflösung

(57) Es wird ein Verfahren sowie ein Sender und ein Empfänger zur Vergrößerung der übertragenen Datenrate von digitalen Daten über Rundfunk mit einem Multiträger-Übertragungsverfahren vorgeschlagen, wobei der Datenstrom in einen ersten und zweiten Teildaten-

strom geteilt wird, die beiden unabhängig voneinander moduliert und die beiden Teildatenströme als Gesamt-datenstrom vor der Übertragung kombiniert werden.

Fig. 1



EP 0 869 649 A2

## Beschreibung

### Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Vergrößerung der mit einem Multiträger-Übertragungsverfahren über Rundfunk übertragenen Datenrate, sowie einem Sender und einem Empfänger, insbesondere stationäre Geräte, nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

Aus dem Stand der Technik ist die Übertragung von digitalen Daten nach dem ETS 300 401 bekannt, der entwickelt wurde um den mobilen Multimediaempfang über terrestrische, digitale Rundfunksysteme zu standardisieren. Dieser zunächst für den Hörfunk konzipierte Standard DAB (Digital Audio Broadcasting) eignet sich auch für die mobile Fernsehübertragung. Beim DAB-Verfahren bietet sich die Möglichkeit, die gesamte Bandbreite von 1,5 MHz für die Datenübertragung von Videodaten zur Verfügung zu stellen. So können Daten mit einer maximalen Datenrate von ungefähr 1,8 Mbit/s zum mobilen Empfänger übertragen werden. Diese Datenrate erlaubt unter Einsatz bisheriger Kompressionsverfahren (MPEG) eine gute Qualität auf Bildschirmen, wie sie bei mobilen Geräten eingesetzt werden. Da ein über DAB ausgestrahltes Fernsehprogramm auch stationär empfangen werden kann, können bei den wesentlich größeren Bildschirmdiagonalen, Kodierungseffekte, Unschärfe oder Blockbildung sichtbar werden. Für eine Darstellung auf größeren Bildschirmen ist eine größere Datenübertragungsrate notwendig. Aus „X-DAB - Eine abwärtskompatible Erweiterung des DAB-Standards für Multimediaanwendungen“, Kleinheubacher Berichte, 1996, G. Zimmermann u. H. Schulze, ist eine Erweiterung des DAB-Verfahrens bekannt, wobei ein kodiertes 8-PSK-(Phase Shift Keying) Verfahren als Modulationsverfahren angewendet wird. Diese Erweiterung das sogenannte X-DAB bietet die Möglichkeit, die mobil zu empfangenden Datenraten um 20 % zu erhöhen. Das Modulationsverfahren macht es allerdings für bisher konventionelle DAB-Empfänger unmöglich, die Signale zu empfangen.

### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, die übertragene Datenrate zu erhöhen, indem zwei Datenströme getrennt voneinander moduliert und anschließend vor der Übertragung kombiniert werden. Mit der zusätzlichen Modulation lassen sich die Datenraten stark steigern. Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es möglich, daß ein Empfänger, der nur Daten, die mit einem ersten Modulationsverfahren moduliert werden, empfangen kann, die Daten problemlos empfängt, während ein weiterer, z. B. stationärer Empfänger die Daten, die mit dem zweiten Modulationsverfahren moduliert werden,

zusätzlich verarbeiten kann. Dadurch wird das Übertragungsverfahren an die im Augenblick gegebenen Modulationsverfahren angepaßt, während es gleichzeitig zusätzliche Informationen für verbesserten Empfang liefert.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen ist eine vorteilhafte Weiterbildung und Verbesserung des im unabhängigen Anspruch angegebenen Verfahrens möglich. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Daten des zweiten Teildatenstroms mit einer Amplituden-Modulation oder anderen alternativen Modulationsverfahren moduliert werden.

Vorteilhaft ist es weiterhin, daß die Daten des ersten Teildatenstroms einer DQPSK-Modulation (Differential Quadrature Phase Shift Keying) unterzogen werden. Dadurch ist es für konventionelle Empfänger des DAB-Verfahrens möglich die Daten des ersten Teildatenstroms zu empfangen.

Vorteilhafter Weise enthalten die Daten des ersten Teildatenstroms alle notwendigen Informationen, um z. B. ein Fernsehbild in einem mobilen Empfänger darzustellen. Der zweite Teildatenstrom enthält zusätzliche Informationen, die zu einer besseren Bildqualität in einem stationären Empfänger verarbeitet werden können.

Der erfindungsgemäße Sender zur Vergrößerung der übertragenen Datenrate mit den kennzeichnenden Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat den Vorteil, daß er zusätzlich zu den Bauteilen, die ein Sender für das DAB-Verfahren aufweisen muß, einen weiteren Modulator für den zweiten Teildatenstrom enthält. Zusätzlich ist ein Kombiniierer für die mit den unterschiedlichen Modulationsverfahren modulierten Teildatenströme vorhanden.

Vorteilhafter Weise ist der zweite Modulator ein Amplitudenmodulator oder ein äquivalenter Modulator.

Der erfindungsgemäße Empfänger zum Empfang von digitalen Daten mit den kennzeichnenden Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat den Vorteil, daß er einen Abzweig für einen zweiten Teildatenstrom aufweist, in dem ein zweiter Demodulator vorhanden ist. Vorteilhafter Weise enthält der Empfänger einen Decoder, der die Teildatenströme zusammenführen kann.

### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt Figur 1 einen erfindungsgemäßen Sender, Figur 2 einen erfindungsgemäßen Empfänger und Figur 3 eine Darstellung des erfindungsgemäßen Modulationsverfahrens.

### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Figur 1 zeigt das Schaltungsschema für einen erfindungsgemäßen Sender. Auf der linken Seite erkennt man die verschiedenen Datenquellen beste-

hend aus den Videodaten 1, den Audiodaten 2, allgemeinen Daten 3 und Paketdaten 4. Video-, Audio- und sonstige Daten werden in einen MPEG-Encoder 5 eingespeist, der die Daten in zwei Teilströme kodiert. Der erste Teilstrom 7 durchläuft einen DVB-Encoder 8 und einen DAB-Encoder 9. Der zweite Datenstrom 6 wird ebenfalls über den DVB-Decoder 8 und den DAB-Encoder geführt. Weitere Audiodaten 2 werden über einen Audioencoder 10, den DAB-Encoder 9 zu einem DAB-Multiplexer 12 geführt. Die Paketdaten 4 durchlaufen einen Paketmultiplexer 11, den DAB-Encoder 9 und den DAB-Multiplexer 12. Alle Daten des ersten Teildatenstroms 40 durchlaufen eine DQPSK-Modulation 13. Der zweite Datenstrom 41 durchläuft einen Amplitudenmodulator 14 und wird in einem Kombiner 15 mit dem Datenstrom 40 zusammengeführt. Die resultierenden Daten 42 durchlaufen einen OFDM-Generator 16 und werden über eine Antenne 17 abgestrahlt.

Das analoge Fernsehsignal liegt zunächst als Kombination aus Videodaten 1, Audiodaten 2, sowie anderen Daten 3 vor. Dieses Signal wird im MPEG-Encoder 5 komprimiert. Das komprimierte Videosignal besteht dabei aus zwei Teildatenströmen: Dem Low-Definition-Teildatenstrom 7 für eine Basis-Bildqualität, sowie den Standarddefinition-Teildatenstrom 6, der zusammen mit dem Low-Definition-Datenstrom 7 eine verbesserte Bildqualität für einen stationären Empfänger ermöglicht. Die Datenrate der Teildatenströme richtet sich nach der möglichen Übertragungskapazität der Teilkanäle. Der Teildatenstrom 40, der für den mobilen Empfang gedacht ist, hat eine maximale Nutzdatenrate von etwa 1,8 MBit/s. Der zweite Teildatenstrom 6 für den stationären Empfänger, der zusammen mit dem für mobile Teilnehmer gesendeten Teildatenstrom 7 eine verbesserte Bildqualität auf einem großen Bildschirm ermöglicht, beträgt je nach verwendeter Kanalcodierung ebenfalls ca. 1,8 MBit/s. Beide Übertragungskanäle haben eine maximale Kapazität von ca. 2,3 MBit/s. Der für den mobilen Empfänger bestimmten Teildatenstrom 7, sowie der zusätzliche Teildatenstrom 6 werden wie bisher im DAB-Sender mit einem äußeren Fehlerschutz versehen. Dazu durchlaufen die Daten den DVB-Encoder 8, der in mehreren Schritten den Fehlerschutz beaufschlagt, durch DVB-Energy-Dispersal, äußeren Reed-Solomon-Code und äußeren Faltungsinterleaver. Es folgen für beide Teildatenströme die im DAB-Verfahren vorgesehenen Schritte für die Übertragung im Stream-Mode. Die Daten durchlaufen den DAB-Encoder 9 der die Schritte DAB-Energy-Dispersal, DAB-Faltungscoding und DAB-Faltungsinterleaver enthält. Im folgenden DAB-Multiplexer 12 werden die Daten des Teildatenstroms 7 mit evtl. vorhandenen zusätzlichen Audiodaten 2 oder Paketdaten 4 gemischt, und aus der Gesamtheit der Daten der DAB-Übertragungsrahmen gebildet. Der erste Datenstrom 40 durchläuft einen DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying)-Modulator mit vorgeschaltetem Frequenzinterleaving. Der für den stationären Empfänger bestimmte Daten-

strom 6 durchläuft den gleichen äußeren Fehlerschutz wie der erste Datenstrom 7 sowie die DAB-Kodierung. Im folgenden Amplitudenmodulator 14 werden die eingehenden Bits mit einem bestimmten Modulationsverfahren kodiert. Der darauffolgende Kombiner 15 kombiniert die Datenströme 41 und 40 mit den unterschiedlichen Modulationsverfahren zu einem resultierenden Datenstrom 42, der nach der OFDM-Modulation über die Antenne 17 gesendet wird.

Figur 3 zeigt die Darstellung des Modulationsverfahrens an drei Beispielen. Aufgetragen ist in Figur 3a bis 3c der komplexe Phasenraum. Im komplexen Phasenraum sind die DQPSK-Symbole 34 dargestellt. Im Beispiel Figur 3a wird dem zweiten Datenstrom 41 durch eine Amplitudenmodulation eines von vier möglichen Symbolen, die als Punkte ausgeführt sind, zugeordnet. Die Zuordnung entspricht in diesem Beispiel einer Gray-Kodierung, d. h. um Doppelfehler bei falscher Detektion zu vermeiden wird so durchnummeriert, daß wenn man bei der Detektion um ein Symbol danebenliegt, in jedem Fall ein Bit korrekt empfangen wird. Im Kombiner 15 werden die DQPSK-Symbole 34 mit den entsprechend zugewiesenen Amplituden des Modulators 14 beaufschlagt. Die daraus resultierenden Signalpunkte sind in Figur 3a dargestellt. Der relative Abstand der Signalpunkte zueinander, der durch die Amplitude des Signals bestimmt ist, beeinflusst die Empfangseigenschaften sowohl vom mobilen als auch stationären Empfänger. So bedeutet eine enge Lage der vier amplitudenmodulierten Signalpunkte zueinander keine oder eine sehr geringe Verschlechterung der mobilen Empfangseigenschaften auf Kosten der stationären Empfangseigenschaften, da ein größerer Signal-Störungsabstand benötigt wird. Dagegen lassen sich bei zunehmendem Abstand der Signalpunkte zueinander, d. h. bei größeren Amplituden, die Empfangseigenschaften vom mobilen und stationären Empfänger gegeneinander abwägen. Dies ermöglicht eine große Flexibilität des Übertragungsverfahrens in Bezug auf gewünschte oder vorgegebene Empfangseigenschaften. Alternativ zu der Amplitudenmodulation aus Figur 3a ist in Figur 3b eine Quadratureamplitudenmodulation in Verbindung mit der DQPSK-Modulation dargestellt. In Figur 3c wird die Möglichkeit einer Phasenshiftmodulation in Kombination mit der DQPSK-Modulation gezeigt. Alle Modulationskombinationen haben die Eigenschaft, daß die Signalpunkte innerhalb der DQPSK-Symbole liegen. Das bedeutet, daß ein Standard DAB-Empfänger die Signale, innerhalb der von den Symbolen vorgegebenen Rahmen empfangen kann. Das bedeutet auch daß ein normaler DAB-Empfänger von der zusätzlichen Modulation nicht beeinflusst wird.

Figur 2 stellt das Schaltschema eines erfindungsgemäßen Empfängers dar. Eingangsseitig ist die Antenne 17 mit dem A/D-Wandler 18 und der Synchronisierung 19 verbunden. Anschließend ist ein schneller Fouriertransformator 20, und ein DQPSK-Demodulator 21 einem DAB-Multiplexer 22 vorgeschaltet. Der DAB-

Demultiplexer 22 ist über einen DAB-Decoder 24 sowie einem Audio-Decoder 27 mit der Audiosenke 30 und über einen Paketdemultiplexer 28 mit der Paketdaten-  
senke 29 verbunden. Videodaten werden in einem DVB-Decoder 25 in einem MPEG-Decoder 26 einge-  
speist, von wo aus sie mit den Audiosenken 30, mobilen  
Videosenken 32, stationären Videosenken 33, sowie  
weiteren Datensenken 31 verbunden sind. Nach dem  
DQPSK-Demodulator 21 zweigt ein Signalzweig zu  
einem Amplituden-Demodulator 23 ab. Dieser ist über  
einen DAB-Decoder 24 mit einem DVB-Decoder 25 und  
dem MPEG-Decoder 26 verbunden.

Über die Antenne 17 wird das OFDM-Symbol emp-  
fangen und im A/D-Wandler 18 einer Analog-Digital-  
wandlung unterzogen. Anschließend erfolgt die Zeit-,  
Frequenz- und Phasensynchronisation im Synchroni-  
sier 19. Das Datensignal wird von der schnellen Fou-  
rier-Transformation 20 zerlegt und im DQPSK-  
Demodulator 21 demoduliert. Nach dem Demodulator  
21 folgen für den mobilen Empfänger die Verarbeitungs-  
schritte wie bei einer konventionellen Videoübertra-  
gung. Der stationäre Empfänger verwendet für den  
Demodulator 23 eine Amplitudenschätzung aus dem  
Phasenreferenzsymbol nach der Synchronisierung 19,  
um die Amplitudendemodulation durchzuführen. Hier  
werden aus der Amplitude des komplexen DQPSK-  
Symbols die zwei fehlenden Codebits gewonnen. Es  
folgt die DAB-konforme Kanalkodierung im Decoder 24  
und die DVB-konforme äußere Kanaldecodierung. Der  
Quelldecoder der MPEG-Decoder 26 stellt dem mobilen  
Empfänger den Low-Definition Teilstrom 7 für das  
Videosignal zur Verfügung. Zudem erhält er die zugehö-  
rigen Audioinformationen und evtl. gesendete Daten.  
Ein stationärer Empfänger kann mit Hilfe des zusätzli-  
chen Datenstroms 6, Zusatzanteil für Standarddefini-  
tion, und eines hierarchischen MPEG-Decoders ein  
verbessertes Fernsehbild darstellen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die  
volle Kompatibilität mit der bisherigen mobilen Fernseh-  
übertragung über das DAB-Verfahren möglich. Das  
heißt DAB-Geräte für den mobilen Fernsehempfang  
können sowohl eine einstufige Standarddefinition als  
auch die erste Stufe eines hierarchischen Low-Defini-  
tion/Standarddefinition-Fernsehsignals empfangen und  
wiedergeben. Es ist wesentlich einfacher mobile End-  
geräte zur Videoübertragung für die Bandbreite von 1,5  
MHz zu realisieren, als Systeme, die eine größere  
Bandbreite erforderlich machen. Durch die große Flexi-  
bilität der Wahl der Lage der amplitudenmodulierten  
Signalpunkte im Hinblick auf gewünschte bzw. gefor-  
derte Empfangseigenschaften der mobilen und der sta-  
tionären Empfänger sind bessere Realisierungen  
möglich.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Vergrößerung der mit einem Multiträ-  
gerübertragungsverfahren über Funk übertragenen

Datenrate, insbesondere für stationären Empfang,  
dadurch gekennzeichnet, daß die digitalen Daten in  
zwei Datenströme geteilt werden und daß ein erster  
Teildatenstrom (40) mit einem ersten Modulations-  
verfahren (13) moduliert wird, daß ein zweiter Teil-  
datenstrom (41) mit einem zweiten Modulations-  
verfahren (14) moduliert wird und daß beide Teilda-  
tenströme vor der Übertragung kombiniert werden.

2. Verfahren zur Vergrößerung der übertragenen über  
Rundfunk nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Daten des zweiten Teildaten-  
stroms (41) einer Amplitudenmodulation oder einer  
Quadraturamplitudenmodulation oder einer Phase  
Shift Keying-Modulation unterzogen werden.
3. Verfahren zur Vergrößerung der übertragenen  
Datenrate über Rundfunk nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Daten des ersten  
Teildatenstroms (40) einer DQPSK-Modulation  
unterzogen werden.
4. Verfahren zur Vergrößerung der übertragenen  
Datenrate über Rundfunk nach Anspruch 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Teildaten-  
strom (41) zusätzliche Informationen zum ersten  
Teildatenstrom (40) enthält.
5. Verfahren zur Vergrößerung der übertragenen  
Datenrate über Rundfunk nach Anspruch 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß die digitalen Daten  
Fernsehbilder enthalten und im ersten Teildaten-  
strom (40) Daten für das Basisbild und im zweiten  
Teildatenstrom (41) Daten für ein Standardbild  
übertragen werden.
6. Sender zur Vergrößerung der übertragenen Daten-  
rate über Rundfunk, wobei der Sender zur Verar-  
beitung der Audio- (2), Video- (1) und sonstigen  
Daten (3, 4), Encoder (5, 8, 9, 10) einen Multiplexer  
(12) sowie einen ersten Modulator (13) aufweist,  
dadurch gekennzeichnet, daß ein Encoder (5)  
einen ersten und zweiten Teildatenstrom erzeugt  
und ein zweiter Modulator (14) für den zweiten Teil-  
datenstrom (41) und ein Kombinerer (15) für den  
ersten und zweiten Teildatenstrom vorhanden ist.
7. Sender zur Vergrößerung der übertragenen Daten-  
rate über Rundfunk nach Anspruch 5, dadurch  
gekennzeichnet, daß der Modulator ein Amplitu-  
denmodulator oder ein Quadraturamplitudenmodu-  
lator oder ein Phase Shift Keying-Modulator ist.
8. Empfänger zum Empfang von digitalen Daten über  
Rundfunk, wobei der Empfänger einen A/D-Wand-  
ler (18), ein Synchronisationsbauteil (19), eine FFT  
(20), einen ersten Demodulator (21), sowie Demul-  
tiplexer (22), Dekoder (25, 24, 26, 27, 28) mit

Anschlüssen zu den jeweiligen Datensenen (29, 30, 31, 32, 33) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem ersten Demodulator (21) ein Abzweig für einen zweiten Teildatenstrom (41) in einen zweiten Demodulator (23) vorhanden ist und daß ein Decoder (26) die Teildatenströme zusammenführt.

9. Empfänger von digitalen Daten über Rundfunk nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Demodulator (23) ein Amplitudendemodulator oder ein Quadraturamplitudendemodulator oder ein Phase Shift Keying-Demodulator ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

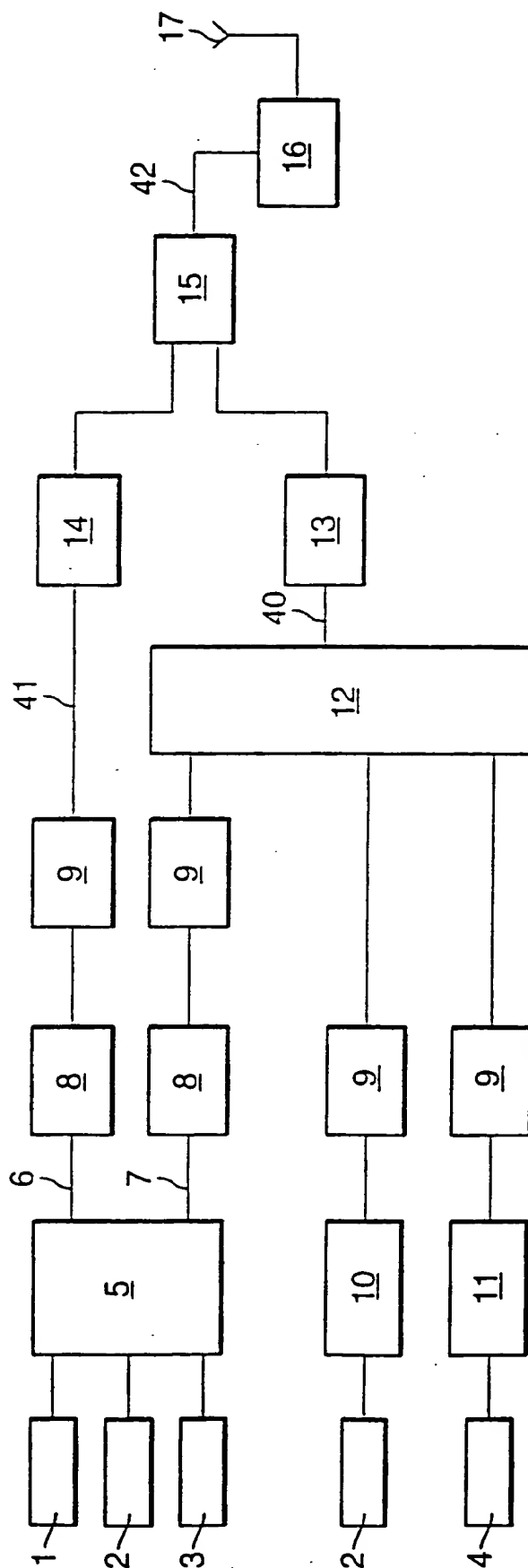


Fig. 2

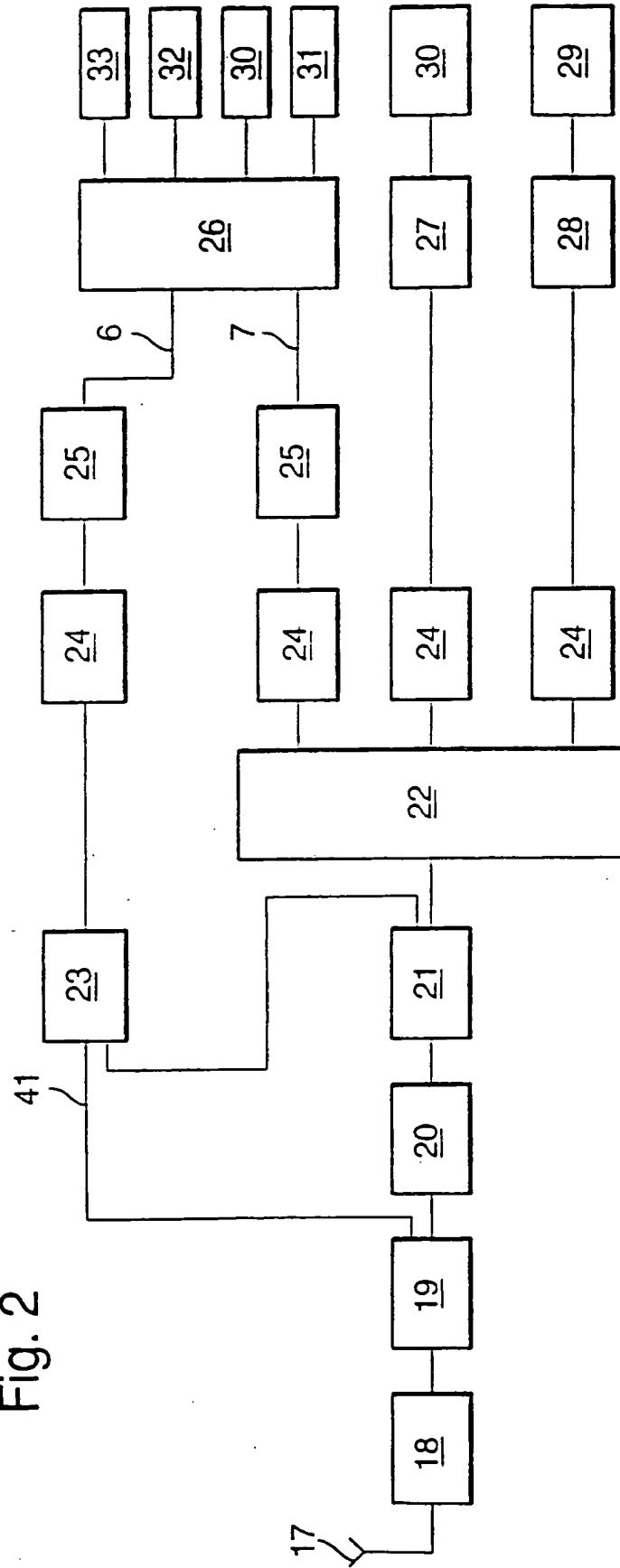


Fig. 3a

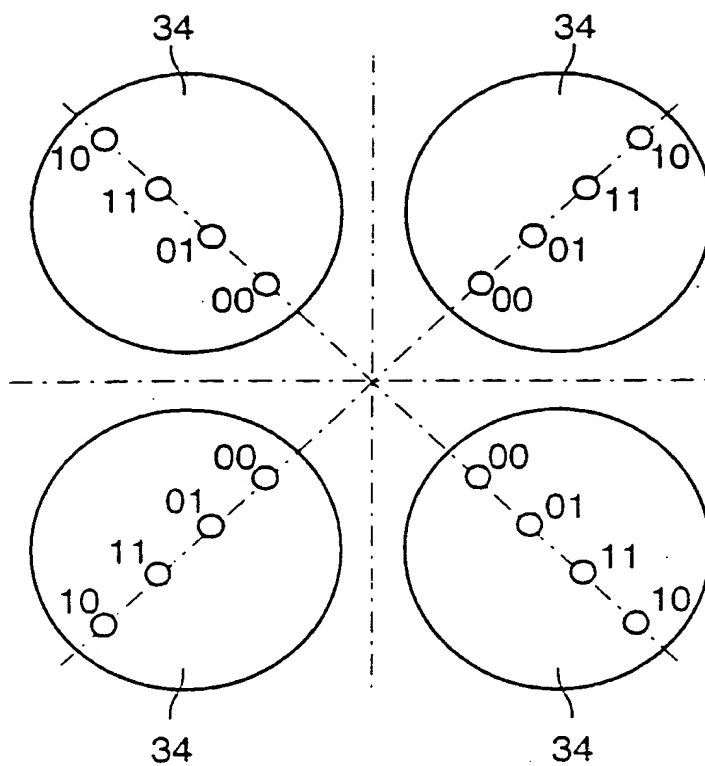


Fig. 3b

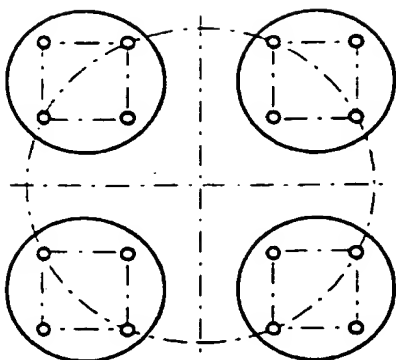


Fig. 3c

